

## VORRICHTUNG ZUR STREUSTRAHLUNGSMESSUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung von Streustrahlungsmessungen in Fluiden, insbesondere Flüssigkeiten.

Bei derartigen Streustrahlungsmessungen, die in der Regel im Bereich des sichtbaren Licht oder des nahen Infrarots durchgeführt werden, ist ein Sender, in der Regel eine Lichtquelle, ein Detektor und eine Abtrennung vorgesehen, die den Sender als auch den Detektor gegen die Flüssigkeit abschirmt. Die Abtrennung ist strahlungsdurchlässig und in der Regel als Glasscheibe, Saphirscheibe oder durchsichtige Kunststoffscheibe ausgebildet. Eine derartige Anordnung ist in Fig. 1 wiedergegeben. Das von der Lichtquelle 1 kommende Licht wird durch eine optische Linse 3 parallel gerichtet und tritt nach Durchdringen der Glasscheibe 4 in die zu messende Flüssigkeit ein. Die aufgrund von Verschmutzungsparametern, z.B. der Trübung in der Flüssigkeit auftretende Streustrahlung wird von dem Detektor 2 erfaßt, wobei der Strahlengang der detektierten Streustrahlung ebenfalls dargestellt ist. Da die Strahlung beim Eintritt in die Glasscheibe 4 zum Lot abgelenkt wird und dieser Vorgang an der Grenzfläche der Scheibe zum Meßmedium aufgrund des geringeren Brechkraftunterschiedes zwischen Scheibe und Medium im Vergleich zum Unterschied Luft-Scheibe nicht aufgehoben wird und beim Austritt aus der Glasscheibe 4 in Richtung auf den Detektor 2 vom Lot weggebrochen wird, ergibt sich eine Anordnung mit einer relativ großen Länge 7, die daraus resultiert, dass die detektierte Strahlung etwa  $90^\circ$  im Verhältnis zum in die Flüssigkeit 5 eingestrahlten Lichtstrahl stehen muß.

Es ist daher Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Streustrahlungsmessung kompakter gestalten zu können. Diese

Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird in den Strahlengang zwischen Sender und Abtrennung und/oder zwischen Abtrennung und Detektor wenigstens ein optisches Umlenkelement vorgesehen, das den Strahl zum Lot hin ablenkt. Auf diese Weise können der Sender und der Detektor viel näher beieinander angeordnet werden. Dies führt zu einer kompakteren Abmessung der gesamten Vorrichtung.

Ein weiterer Vorteil der neuen Anordnung besteht darin, dass weniger Reflexionsverluste als bei der bekannten Vorrichtung nach Figur 1 auftreten. Bei dieser müssen der Sender als auch der Detektor in einem sehr flachen Winkel zur Scheibe angeordnet werden, was zum einen einen gewissen Reflexionsanteil beim Eintritt des Strahls in die Scheibe 4 mit sich bringt und zum anderen einen gewissen Reflexionsanteil innerhalb der Scheibe 4 beim Übertritt von der Scheibe 4 in den Raum vor dem Detektor 2. Durch das Umlenkelement kann der emittierte Lichtstrahl bzw. der empfangene Streulichtstrahl senkrecht durch eine optische Fläche des Umlenkelements ein- bzw. austreten, womit der Reflexionsanteil des eingestrahnten und detektierten Lichtes minimiert wird.

Vorzugsweise ist das Umlenkelement als Umlenkprisma ausgebildet, das vorzugsweise an einer Seite direkt auf der Abtrennung aufliegt. Das Umlenkelement kann auch einstückig mit der Abtrennung ausgebildet sein. In jedem Fall sollte eine dichte Anlage zwischen Umlenkelement und Abtrennung realisiert werden, damit Umlenkungen des Lichtstrahles zwischen diesen beiden Komponenten vermieden werden und der Lichtstrahl weitgehend unabgelenkt von dem Umlenkelement in die Abtrennung und vice versa geführt wird. Vorzugsweise besteht daher das Umlenkelement aus einem Material mit zumindest ähnlichem Brechungsindex wie die

Abtrennung. Das Umlenkelement kann aus einem oder mehreren Teilen bestehen.

Vorzugsweise ist die dem Detektor als auch der Lichtquelle zugewandte Austritts-/Eintrittsfläche des Umlenkelements in Art einer nichtebenen Oberfläche ausgebildet. Die Fläche kann sphärisch, in Form eines Kreisbogens oder als Kugeloberfläche ausgebildet sein. Auf diese Weise kann die Lichtquelle bzw. der Detektor in einem gewissen Winkelbereich um den Umlenkpunkt verschwenkt angeordnet werden, wobei sichergestellt ist, dass der Lichtstrahl immer senkrecht die Eintritts-/Austrittsfläche durchdringt. Eine derartige Anordnung erlaubt eine größere Freiheit in der Anordnung des Senders/Detektors. Vorzugsweise ist sowohl im Strahlengang zwischen dem Sender und der Abtrennung als auch im Strahlengang zwischen der Abtrennung und dem Detektor ein optisches Umlenkelement vorgesehen, wodurch der Strahl vor dem Eintritt in das Fluid als auch das vom Fluid abgestrahlte Streulicht in der Strahlführung optimiert werden können.

Das Umlenkelement hat, wie bereits ausgeführt, im Strahleintritts-/austrittsbereich eine Fläche, die im Wesentlichen senkrecht zur Strahlrichtung orientiert ist. Die Umlenkung kann im Umlenkelement an ein oder mehreren Umlenkflächen erfolgen. Wenn die Auftreffwinkel auf die Umlenkflächen so groß sind, dass ein Strahldurchtritt nach außen zu befürchten ist, können die Umlenkflächen außen verspiegelt sein, um auf diese Weise eine zwangsläufige Reflexion des Strahles im Inneren des Umlenkelements sicherzustellen. Zudem können mehrere Umlenkflächen verwendet werden, so dass der Auftreffwinkel des Strahls auf die Fläche klein gehalten werden kann, was wiederum die Strahlführung unter den Bedingungen der Totalreflexion an den Umlenkflächen erlaubt.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der schematischen Zeichnung in den Figuren 2 bis 6 erläutert. Figur 1 zeigt eine gängige Komponentenanzordnung nach dem Stand der Technik, die in der Beschreibungseinleitung bereits gewürdigt wurde. Es zeigen:

- Fig. 2 eine Vorrichtung zur Streulichtmessung mit zwei optischem Umlenkelementen in Seitenansicht,
- Fig. 3 die Anordnung aus Figur 2 von der Fluid-Seite aus,
- Fig. 4 eine gegenüber Figur 3 veränderte Anordnung, bei der die Lichtquelle und der Detektor aus der Ebene des Lichtstrahls im Fluid versetzt sind,
- Fig. 5 eine Anordnung mit zwei optischen Umlenkelementen und gekreuzten Strahlen und
- Fig. 6 eine Seitenansicht einer optischen Anordnung mit Ausrichtung der Lichtquelle und des Detektors parallel zur Abtrennung.

Fig. 2 zeigt eine gegenüber Fig. 1 wesentlich kompaktere erfindungsgemäße Messanordnung, bei der im Strahlengang zwischen der Lichtquelle 1 und Trennscheibe 4 als auch zwischen der Trennscheibe 4 und dem Detektor 2 jeweils ein optisches Umlenkelement in Form eines Umlenkprismen 8, 9 vorgesehen ist. Die Prismen 8, 9 haben an ihrer der Lichtquelle 1 bzw. dem Detektor 2 zugewandten Seite eine Kugelfläche 10. Die Lichtquelle 1 und der Detektor 2 sind so angeordnet, daß ihre optische Achse den Kugelmittelpunkt der jeweiligen Fläche trifft. Wie aus der Zeichnung deutlich zu sehen ist, ist die Anordnung der Fig. 2 deutlich kompakter als die bekannte Anordnung der Figur 1.

Die in Fig. 2 gezeigte Abbildung ist in Fig. 3 in der Ansicht von der Fluidseite 5 aus wiedergegeben. Man sieht eine in etwa kreisrunde Trennscheibe 4, hinter der sich das erste und zweite Umlenkprisma 8, 9 als auch die Lichtquelle 1 und der Detektor 2 befinden. Obwohl diese Anordnung wesentlich kompakter als bekannte Anordnungen gemäß Fig. 1 sind, hat jedoch auch diese Anordnung in horizontaler Richtung eine gewisse Erstreckung.

Daher sind bei der Anordnung aus Fig. 4 die Lichtquelle 1 als auch der Detektor 2 versetzt zur Strahlebene des Lichtstrahls im Fluid angeordnet. Wie deutlich zu sehen ist, kann hierdurch ein sehr viel kleineres Meßfenster vorgesehen werden.

Eine weitere Verringerung der Abmessungen der gesamten Anordnung läßt sich realisieren, wenn man die Strahlengänge der Lichtquelle 1 und des vom Detektor erhaltenen Streulichts 2 sich in seitlicher Projektion kreuzen läßt. Dies führt abermals dazu, dass die Umlenkprismen 8, 9 näher beieinander angeordnet und eine entsprechend kleinere Abtrennung verwendet werden kann. Der Messpunkt für die Trübungsmessung kann hierbei sehr nahe an die Trennscheibe 4 im Fluid 5 gelegt werden.

Fig. 6 zeigt wiederum die gleiche Anordnung, bestehend aus Lichtquelle 1, Detektor 2, Trennscheibe 4 und Umlenkprismen 8, 9, wobei die Lichtquelle und der Detektor parallel zur Trennscheibe 4 ausgerichtet sind, wodurch die gesamte Messanordnung eine sehr geringe Tiefe quer zur Ebene des Messfensters aufweist. Selbstverständlich können auch hier die Lichtquelle 1 und der Detektor 2 gemäß Fig. 4 versetzt zum Strahlengang angeordnet werden, wodurch sich nicht nur eine geringe Tiefe, sondern auch eine sehr kompakte Abmessung in der Ebene des Messfensters 4 erzielen läßt.

Selbstverständlich können die in den unterschiedlichen Figuren gezeigten Aspekte der Anordnung von Lichtquelle, Detektor und

Umlenkprismen miteinander kombiniert werden. Die Umlenkfläche innerhalb des Prismas muß keine ebene Fläche, sondern es kann auch eine gekrümmte Fläche sein, was insbesondere beim Strahlengang vom Fluid zum Detektor 2 dazu genutzt werden kann, einen etwas diffuseren Strahlengang auf den Detektor 2 zu fokussieren. Die Umlenkprismen können auch neben ihrer eigentlichen Funktion des Umlenkens dazu verwendet werden, die Lichtstrahlen zu bündeln oder parallele Lichtstrahlen auszusondern.